

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①① N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 829 526

②① N° d'enregistrement national :

02 11237

⑤① Int Cl<sup>7</sup> : F 01 N 3/023, F 01 N 11/00

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 11.09.02.

③① Priorité : 12.09.01 DE 10144958.

④③ Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 14.03.03 Bulletin 03/11.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été  
établi à la date de publication de la demande.*

⑥① Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : VOLKSWAGEN AKTIENGESELLS-  
CHAFT — DE.

⑦② Inventeur(s) : POTT EKKEHARD et SPLISTESER  
GUNNAR.

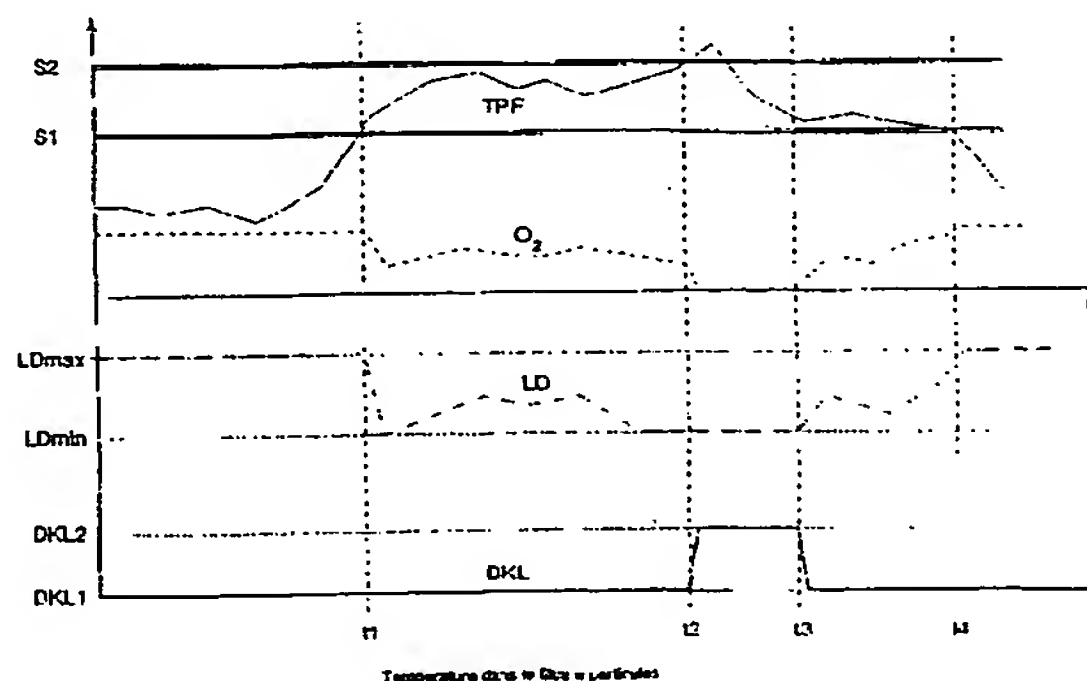
⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : RINUY SANTARELLI.

⑤④ REGENERATION D'UN FILTRE A PARTICULES D'UN MOTEUR DIESEL.

⑤⑦ Procédé de régénération d'un filtre à particules dispo-  
sé en aval d'un moteur Diesel par brûlage des particules ac-  
cumulées dans le filtre à particules, caractérisé en ce  
qu'une surveillance de la température du filtre à particules  
est effectuée, une limitation de la vitesse de brûlage ou une  
extinction de la combustion étant produite par réduction de  
la concentration d'oxygène des gaz d'échappement en  
amont du filtre à particules lorsque la température ou le gra-  
dient de température dépasse un seuil prédéterminé.

La figure ci-après représente le déroulement dans le  
temps de la commande.



FR 2 829 526 - A1



L'invention concerne un procédé de régénération d'un filtre à particules disposé en aval d'un moteur Diesel par brûlage des particules accumulées dans le filtre à particules.

5 Les règlements en matière de gaz d'échappement pour des moteurs à combustion de plus en plus sévères nécessitent un post-traitement des gaz d'échappement en permanence amélioré. Spécialement dans le cas d'un moteur Diesel d'un véhicule automobile, il faut avoir particuliè-  
10 rement en vue la réduction des particules présentes dans les gaz d'échappement, qui se produisent de manière accrue dans ce concept de combustion. Une mesure appropriée pour réduire ces particules est la mise en place d'un filtre à particules dans le système d'épuration des gaz  
15 d'échappement.

Un filtre à particules est alors disposé dans le courant des gaz d'échappement du moteur Diesel. Son rôle est de retenir les particules et de les empêcher d'être éjectées dans l'atmosphère. Les particules ayant la  
20 propriété de colmater petit à petit le filtre et de provoquer ainsi une augmentation de la contre-pression des gaz d'échappement, ce qui altère la marche du moteur et peut conduire à un arrêt du moteur, le filtre doit être nettoyé des suies. Ceci peut être réalisé de différentes  
25 façons.

Une possibilité est un brûlage des particules pendant toute la durée de fonctionnement du moteur, en générant du dioxyde d'azote à l'aide d'un catalyseur d'oxydation disposé en amont du filtre à particules. Ce système de  
30 régénération continue est connu sous le nom de système CRT (CRT : Continuous Regeneration Trap). Le fonctionnement d'un tel système est par exemple décrit dans le document DE-A-199 48 156.

L'autre possibilité est un brûlage des particules après une phase de chargement, la durée de cette phase  
35 étant fonction de l'augmentation de la contre-pression des gaz d'échappement. Le brûlage se fait donc de façon

cyclique. A cet effet, on provoque un allumage des particules déposées à l'aide de mesures moteurs et par amenée d'additifs. Un tel procédé est par exemple décrit dans le document DE-A-199 26 138.

5 Si dans cette dernière possibilité, il se produit un chargement du filtre sur une durée prolongée à la limite de pleine charge du moteur, c'est-à-dire dans la plage de fonctionnement pauvre en oxygène et riche en particules, en raison des hautes températures de filtre dans une phase à  
10 faible charge ou de marche à vide immédiatement après, du fait de la grande concentration d'oxygène à des températures de filtre encore très élevées, il peut se produire un brûlage incontrôlé des particules enfermées. Une combustion engagée de telle manière peut conduire à des  
15 températures très élevées, ce qui peut provoquer une destruction du matériau du filtre à particules.

L'objectif de l'invention est donc de proposer un procédé de brûlage contrôlé d'un filtre à particules, qui empêche l'apparition de telles températures pouvant  
20 provoquer une destruction du matériau du filtre à particules.

Cet objectif est atteint par un procédé de régénération d'un filtre à particules disposé en aval d'un moteur Diesel par brûlage des particules accumulées dans le  
25 filtre à particules, caractérisé en ce qu'une surveillance de la température du filtre à particules est effectuée, une limitation de la vitesse de brûlage ou une extinction de la combustion étant produite par réduction de la concentration d'oxygène des gaz d'échappement en amont du filtre à  
30 particules lorsque la température et/ou le gradient de température dépasse un premier seuil de température (S1) prédéterminé ou un premier seuil de gradient.

Suivant des développements préférés de l'invention :

- la valeur  $\lambda$  est réduite dans une première  
35 étape ;

- la valeur lambda est réglée sur une plage de 1,05 à 1,4, notamment de 1,1 à 1,3 ;

5 - la valeur lambda est réglée en fonction de la différence de la température du filtre à particules et du premier seuil de température prédéterminé et/ou en fonction de la différence du gradient de température par rapport au premier seuil de gradient prédéterminé ;

- la pression d'admission est abaissée et/ou le taux AGR est augmenté ;

10 - le réglage lambda est effectué à l'aide de l'actionneur du clapet d'étranglement de l'air d'aspiration et/ou de la quantité principale d'injection ;

- le brûlage des particules est interrompu par la réduction de la valeur lambda à la plage inférieure à 1,02, 15 lorsque la température du filtre à particules dépasse un deuxième seuil de température (S2) prédéterminé, le deuxième seuil de température (S2) étant supérieur au premier seuil de température (S1) ;

- la réduction est obtenue par post-injection ou par 20 poursuite de l'étranglement ;

- le rapport d'air est réglé dans une plage lambda de 0,95 à 0,99 ;

- la réduction de la valeur lambda sur une plage inférieure à 1,02 est obtenue par étranglement du moteur 25 Diesel ;

- le brûlage des particules est à nouveau autorisé lorsque la température dépasse vers le bas, d'une grandeur d'hystérèse prédéterminée, la deuxième valeur seuil ;

- un dispositif pour la mise en œuvre du procédé 30 défini supra comporte un moteur Diesel, un filtre à particules disposé en aval, une commande de moteur et une sonde de température qui mesure la température dans ou en aval du filtre à particules.

Pour empêcher la destruction du matériau du filtre à 35 particules, le procédé selon l'invention surveille la température dans le filtre à particules, une limitation de

la vitesse de brûlage ou une extinction de la combustion ayant lieu par réduction de la concentration d'oxygène des gaz d'échappement en amont du filtre à particules, lorsque la température du filtre à particules, ou en aval du filtre à particules, dépasse un premier seuil prédéterminé, c'est-à-dire lorsque la surveillance détecte une température trop élevée. On peut en outre obtenir une limitation de la vitesse de brûlage lorsque la surveillance détecte que le gradient de température dépasse un seuil de gradient prédéterminé, c'est-à-dire lorsque l'augmentation de température dans le filtre à particules par le brûlage est trop rapide. La surveillance de la température et celle du gradient de température peuvent être réalisées indépendamment l'une de l'autre, ou les deux méthodes peuvent se dérouler parallèlement. La limitation de la vitesse de brûlage ou l'extinction de la combustion peuvent alors être réalisées comme suit.

Si la sonde de température disposée dans le filtre ou en aval de celui-ci détecte une température ou une élévation de température dépassant un seuil de température ou un seuil de gradient prédéterminé, la valeur lambda peut être abaissée en deux étapes à l'aide de différents moyens moteurs. Dans un premier temps, on règle de préférence une valeur lambda de l'ordre de 1,05 à 1,4, de préférence de 1,1 à 1,3. A cet effet, de préférence les actionneurs de retour des gaz d'échappement et de la pression d'admission sont réglés sur une valeur appropriée (pas de rétrocouplage), à savoir une augmentation du taux AGR et une réduction de la pression d'admission. Le réglage (avec rétrocouplage) de la valeur lambda à la valeur souhaitée est effectué, soit à l'aide de l'actionneur du clapet d'étranglement de l'air d'aspiration, soit de la quantité d'injection principale. Dans la deuxième étape, on peut à nouveau réduire le rapport d'air. Ici on peut obtenir une marche de moteur stable en poursuivant l'étranglement ou à



l'aide d'une post-injection, le rapport d'air étant de préférence réglé sur une plage de  $\lambda$  0,95 à 0,99.

Pour le réglage du brûlage on ne met en œuvre de préférence que l'étape 1. A cet effet, la température et/ou  
5 l'élévation de température est surveillée dans le filtre à particules. Si la température dépasse un premier seuil critique, la teneur en oxygène dans les gaz d'échappement est réduite, en fonction de la valeur de température et/ou du gradient de température en dépassement dans la première  
10 étape, par des mesures de telle manière que la température reste au-dessus du premier seuil critique mais en dessous d'un deuxième seuil critique (au-dessus du premier seuil critique).

De préférence, la valeur  $\lambda$  est réglée en fonction  
15 de la différence de température du filtre à particules et du premier seuil de température prédéterminé et/ou en fonction de la différence du gradient de température par rapport au premier seuil de gradient prédéterminé.

Si le deuxième seuil critique est dépassé malgré une  
20 expression maximale des mesures prévues dans la première étape, par une autre réduction  $\lambda$ , de préférence des gaz d'échappement sous-stoechiométriques ou sur une plage inférieure à 1,02, le brûlage des particules est complètement interrompu, ne contenant pas suffisamment  
25 d'oxygène. Grâce à cette mesure, il est possible d'éviter un endommagement irréversible du filtre.

Un mode de réalisation préféré de l'invention est décrit ci-après à l'aide de la seule figure qui représente le déroulement dans le temps de la commande.

30 Sur la figure sont représentées, en fonction du temps  $t$ , la courbe de température TPF dans le filtre à particules, la concentration d'oxygène  $O_2$  en amont du filtre à particules, la pression d'admission LD du moteur Diesel et la position du clapet d'étranglement DKL,  
35 respectivement par une illustration schématique.

A l'aide de cette illustration dans le temps, on voit la stratégie pour éviter la surchauffe du filtre à particules. Jusqu'à un moment  $t_1$ , la concentration d'oxygène  $O_2$  en amont du filtre à particules est dans cet exemple sur-stoechiométrique et la pression d'admission est à une valeur maximale  $LD_{max}$ . Le clapet d'étranglement DKL se trouve en outre dans une position ouverte, ce qui est illustré par la position DKL 1. Vers la fin du premier intervalle de temps limité par  $t_1$ , on enregistre une montée en température considérable, dont le gradient augmente. En raison de l'offre d'oxygène, il se produit donc un brûlage des particules dans le filtre à particules, ce qui conduit à une élévation de température.

Après le dépassement d'un premier seuil de température  $S_1$  au moment  $t_1$ , en raison du gradient de température élevé ou de la température, la pression d'admission  $LD$  est dans cet exemple d'abord très réduite, ce qui diminue la teneur en oxygène des gaz d'échappement en amont du filtre à particules. En s'approchant d'un état de constance de la courbe de température TPF, c'est-à-dire que la courbe de température est à nouveau sensiblement horizontale ou le gradient se trouve dans une plage prédéterminée, la pression d'admission  $LD$  est à nouveau augmentée, mais à des valeurs inférieures à la pression d'admission maximale  $LD_{max}$ . Si la courbe de température augmente à nouveau, la pression d'admission est à nouveau réduite et ceci jusqu'à une pression d'admission minimale  $LD_{min}$ .

Si un deuxième seuil de température  $S_2$  est dépassé malgré une pression d'admission minimale  $LD_{min}$  au moment  $t_2$ , la teneur en oxygène dans les gaz d'échappement en amont du filtre est abaissée à presque zéro à l'aide d'un étranglement du moteur (comme expression exemplaire des mesures dans la 2<sup>ème</sup> étape). Cet étranglement est ici illustré par le déplacement du clapet d'étranglement DKL depuis la position ouverte DKL1 dans la position partiellement fermée DKL2.

Après la fin du brûlage de particules en résultant, le brûlage de particules est à nouveau autorisé au moment  $t_3$  par l'ouverture du clapet d'étranglement DKL (position DKL 1) et par l'augmentation de la pression d'admission LD, 5 après le dépassement vers le bas de la deuxième valeur de seuil S2 d'une grandeur d'hystérèse prédéterminée. Ainsi on enregistre en amont du filtre à particules une augmentation de la concentration d'oxygène à une valeur supérieure à zéro, notamment supérieure à 0,5%, ce qui permet un nouveau 10 brûlage de particules.

Au moment  $t_4$ , la première valeur de seuil S1 est alors dépassée vers le bas et, grâce à la fin du processus de brûlage par manque de masse de particules, on observe une baisse de température considérable, de telle manière que la 15 concentration d'oxygène en amont du filtre à particules est remise à la valeur initiale par augmentation de la pression d'admission LD à la valeur maximale LDmax.

Le procédé décrit ci-dessus permet d'éviter de façon sûre un endommagement irréversible du filtre à particules 20 tout en assurant un brûlage aussi rapide que possible.



## LISTE DES REPERES

	TPF	Température dans le filtre à particules
5	O <sub>2</sub>	Concentration d'oxygène en amont du filtre à particules
	LD	Pression d'admission
	DKL	Position du clapet d'étranglement
	S1	Premier seuil de température
10	S2	Deuxième seuil de température
	LDmax	Pression d'admission maximale
	LDmin	Pression d'admission minimale
	DKL1	Clapet d'étranglement ouvert
	DKL2	Clapet d'étranglement partiellement fermé
15	t1	Moment
	t2	Moment
	t3	Moment
	t4	Moment
	t	Temps

REVENDICATIONS

1. Procédé de régénération d'un filtre à particules disposé en aval d'un moteur Diesel par brûlage des particules accumulées dans le filtre à particules, caractérisé en ce qu'une surveillance de la température du filtre à particules est effectuée, une limitation de la vitesse de brûlage ou une extinction de la combustion étant produite par réduction de la concentration d'oxygène des gaz d'échappement en amont du filtre à particules lorsque la température et/ou le gradient de température dépasse un premier seuil de température (S1) prédéterminé ou un premier seuil de gradient.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la valeur lambda est réduite dans une première étape.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la valeur lambda est réglée sur une plage de 1,05 à 1,4, notamment de 1,1 à 1,3.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la valeur lambda est réglée en fonction de la différence de la température du filtre à particules et du premier seuil de température prédéterminé et/ou en fonction de la différence du gradient de température par rapport au premier seuil de gradient prédéterminé.

5. Procédé selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que la pression d'admission est abaissée et/ou le taux AGR est augmenté.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le réglage lambda est effectué à l'aide de l'actionneur du clapet d'étranglement de l'air d'aspiration et/ou de la quantité principale d'injection.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le brûlage des particules est interrompu par la réduction de la valeur lambda à la plage inférieure à 1,02, lorsque la température

du filtre à particules dépasse un deuxième seuil de température (S2) prédéterminé, le deuxième seuil de température (S2) étant supérieur au premier seuil de température (S1).

5        8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que la réduction est obtenue par post-injection ou par poursuite de l'étranglement.

10       9. Procédé selon l'une des revendications 7 ou 8, caractérisé en ce que le rapport d'air est réglé dans une plage  $\lambda$  de 0,95 à 0,99.

10. Procédé selon l'une des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que la réduction de la valeur  $\lambda$  sur une plage inférieure à 1,02 est obtenue par étranglement du moteur Diesel.

15       11. Procédé selon l'une des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que le brûlage des particules est à nouveau autorisé lorsque la température dépasse vers le bas, d'une grandeur d'hystérèse prédéterminée, la deuxième valeur seuil.

20       12. Dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes, comprenant un moteur Diesel, un filtre à particules disposé en aval, une commande de moteur et une sonde de température qui mesure la température dans ou en aval du filtre à particules.

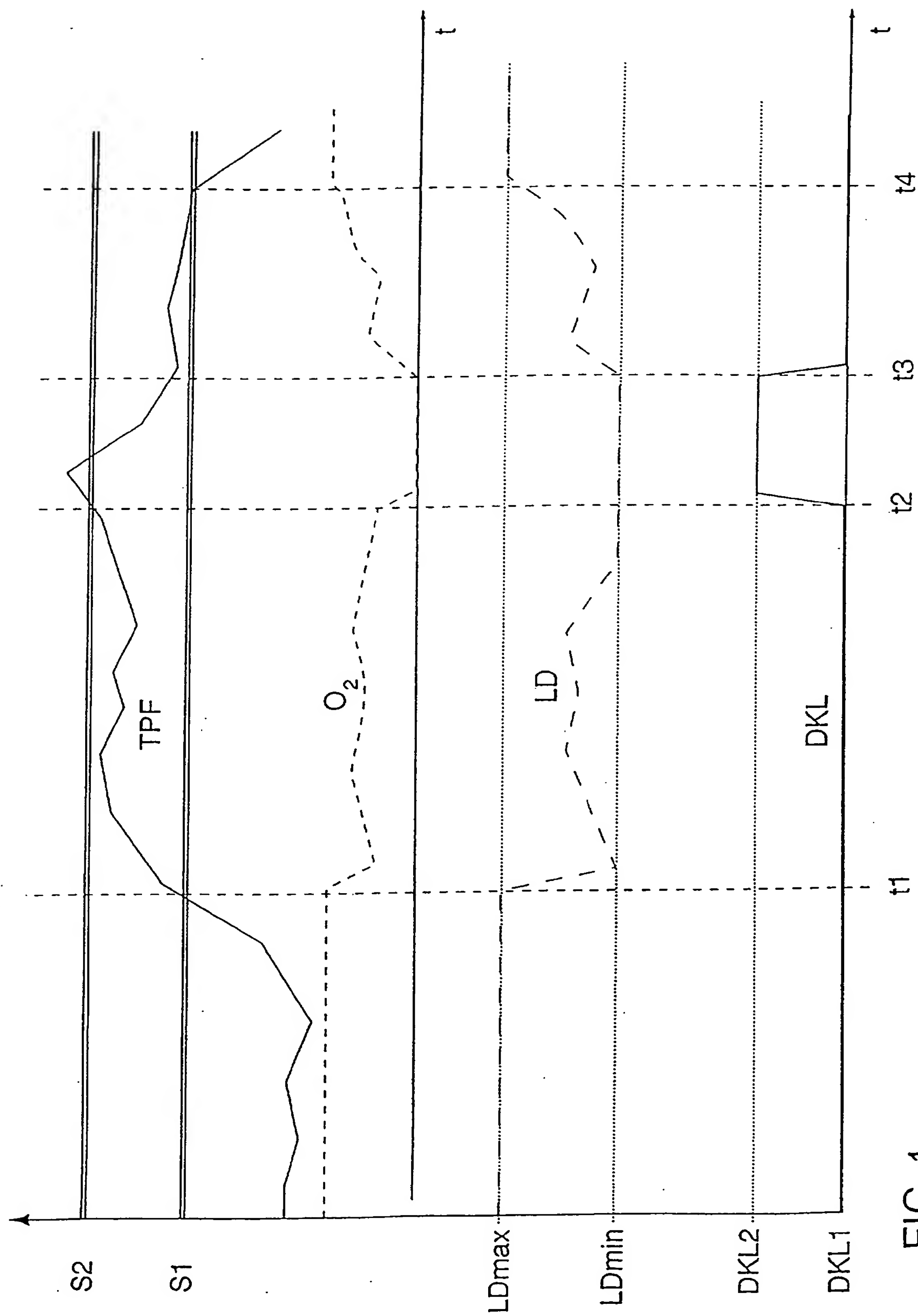


FIG. 1

Température dans le filtre à particules